

不透越流水制周辺の流れの特性

徳島大学 岡部健士

1. まえがき 連続水制の周辺の流れは、周期的に起こる縮流と拡流あるいは水制の前・後面近くに形成される多様な孤立渦の影響が相まって、さめめて複雑な3次元の性状を呈する。水制の水理機能を解明するためには、まず、このような流れの本質を十分に理解しておく必要があるが、これに資する知見の集積は従来ほとんどなされていない。長年の研究にもかかわらず水制に対する力学モデルの発展がいまひとつ思わしくない理由の一つのようである。以上のことをかんがみ、本研究では、あらためて比較的単純な条件下の水理実験を実施し、流れの内部機構に関わる種々の計測を行った結果、2、3の興味深い知見を得たのでここに報告する。

2. 実験概要 実験には、長さ14m、幅0.6m、深さ0.4m、勾配1/800の長方形断面水路を用いた。水路中間部の約5mの区間を水制設置区間とし、その片側水路壁に沿って2cm×2cmの正方形断面、長さ10cmの角材を等間隔で敷き並べて連続水制のモデルとした。実験は表-1に示す6 CASEについて行われた。いずれの場合も、定常流量を通水したのち、水制区間の上、下流側約1mの位置の水深を一致させるよう下流端水位を調節した。計測の内容はつぎに列挙するとおりである。

表-1 実験条件

CASE	SPACE(cm)	DISCH.(l/s)
1	15	6.0
2	15	10.0
3	20	6.0
4	20	10.0
5	30	6.0
6	30	10.0

- (1) 水制の側の水路側壁から5cm、10cmおよび30cmの位置に縦断測線を設け、水面形を連続計測した。
- (2) 上流端のものから数えて(以下同様)第1、第2、第3、第5、第10(CASE 1, 2では第15番)番目の水制の中心を通る横断面内さらには第1水制の上流側20cmおよび40cmの断面内で、ピトー管を用いて流速分布を計測した。
- (3) (2)であげた水制とその直下流の水制について、図-1に示すような検査面を設定し、自製の4枚ピトー管を用いて面内の流速ベクトル分布を計測した(図中のVとθ)。¹⁾ただし、鉛直成分は無視された。
- (4) 種子田が考案した電気腐食法により水制周辺の河床上流線を可視化した。²⁾

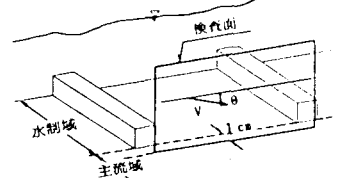


図-1 参考図

3. 実験結果ならびに考察

3-1 水面形: 図-2にCASE 3および4の水面形を示す。

他のCASEのものもこれとはほぼ同様である。従来より指摘されているように、横断方向の水位差は水制区間の直上流の短かい区間を除いてほとんどないと言える。また、水制区間内の水深変化も、その上流部で顕著な周期的変化を呈するものの、全体的にはさほど著しくないようである。もうろん、

こうした状況は普遍的なものではないと思われるが、上述の2点は、水制域内の流速低減に関する従来の解析において、既定項目となっていることを付記しておく。

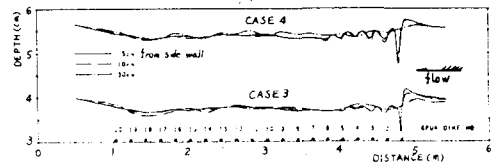


図-2 CASE 3, 4の水面形状

3-2 断面内流速分布: CASE 4を例にとり、断面内流速分布を紹介する。図-3は、各計測断面内の種々の高さに設定した水平測線上の流速分布図を描いたものである。水制への直接的な影響は第1水制の上流20cm付近から現れはじめている。そして、第1水制の断面では水制先端近傍にかなり強い流れの集中が生じており、流速のピーク値は主流域の流速より30%以上も大きくなっている。第2水制以下の断面の流速分布図には、集中した流れが主流に取込まれるように次第に緩和される過程が見られる。この過程において、流速のピークの発生位置は下流の断面のものほど主流側に移動するが、横断方向の流速変化がなくなる場所は、距離20cm付近にはほぼ固定されている。このような傾向は他のCASEにも認められる興味深いものである。また、流速ピークの発生位置

が測深の高さによ
って変化しない点
も注目に値する。
これが普遍的なも
のか否か、(水深/
水制高)をより大き

くした実験を行って確認することが必要
と思われる。

3-3 水制域・主流域の水交換：

図-4は、水制域内の流量を第1水制
を起点とする流下方向距離に対して点描
したものである。図中には参考のために
水制の番号も付記しておいた。水制域内

の流量は第1水制上流20cmの断面を境にほぼ指数関数的に減少して
平衡値に漸近しているが、平衡領域の始点は図-3に示された流速の
ピークが解消される位置とさわめてよく対応している。この結果は、
上述した集中流れの減衰過程の本質が水制域から流出する水塊の拡散
現象であることを示唆するものであろう。つぎに、図-5は、図-4
CASE 6 について得られた流速ベクトルの分布図である。水制域内の
紙面上で上向きが水制域への流入を意味する。水制の高さよ
り上層の流れの方向が水制区間の上流部と下流部で逆転す
ることが分る。一方、水制高さの1/2~3/4程度よ
り下層では、流入・流出に因与する流れが比較的2
次元流に近いようである。

3-4 河床上流線： 流線記録の1例を写真-1に示す。
水制間に生じる種々形態の流れの痕跡が随所に見
出せる。代表的な孤立渦流のスケールを計測して特
性を調べた結果もあるが、これについては発表の間に
触れるつもりである。

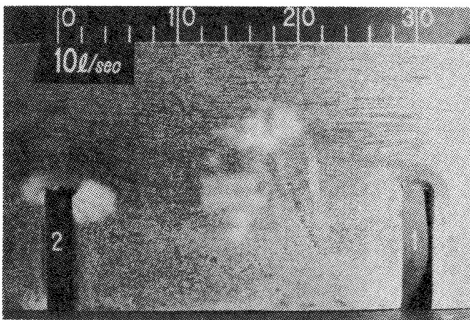


写真-1 CASE 6, 第1・第2水制間の河床上流線

[参考文献] 1) 浅沼 晴；流れの可視化ハイドラック, 朝倉書店。
2) 萩原・吉川ほか；林研究所報告, 1960。

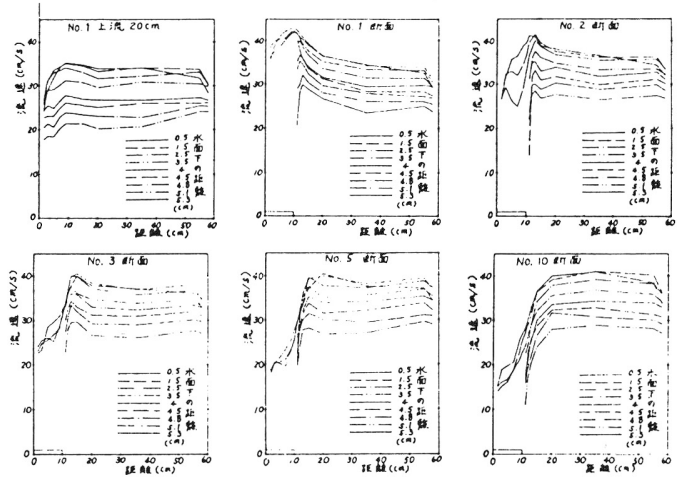


図-3 CASE 4の流れの断面内流速分布図

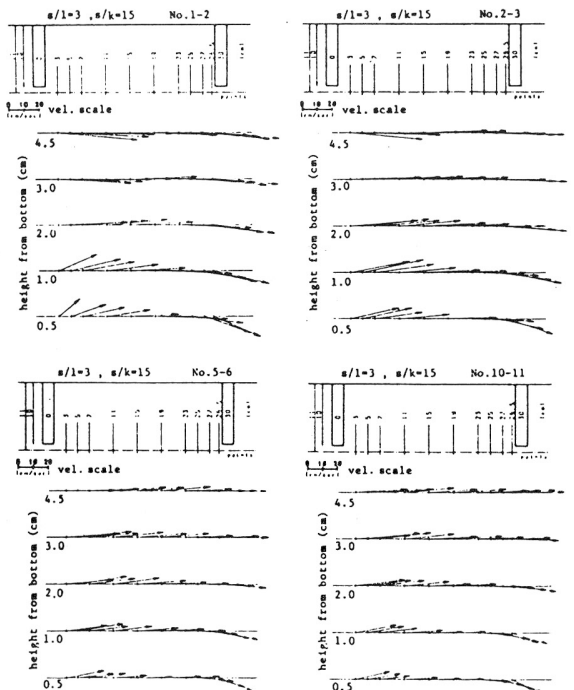
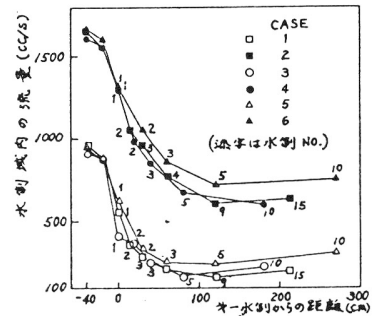


図-5 水制先端の検査面内の流速ベクトルの分布